

Abgabe: 16. Mai in der Vorlesung

**Aufgabe 1:  $\beta$ -Zerfall**

15 Punkte

a) Das  $\beta$ -Spektrum wird beschrieben durch

$$\frac{dN}{dp} \propto (E_0 - E)^2 \cdot p^2$$

Wie groß ist die mittlere kinetische Energie  $\langle E \rangle$  der Elektronen in Abhängigkeit von der maximalen Energie  $E_0$ ? Verwenden Sie (nur in diesem Aufgabenteil!) die nichtrelativistische Beziehung zwischen kinetischer Energie und Impuls.

b) Ein magnetisches  $\beta$ -Spektrometer selektiert mittels eines geeigneten Blendensystems nur solche Elektronen, deren Bahnen im Magnetfeld  $B$  einen Krümmungsradius in einem kleinen Fenster um einen festen Wert  $\rho$  besitzen. Sie haben die folgenden Kerne im Bereich  $Z \approx 50$  untersucht:

Kern	$^{105}\text{Ru}$	$^{107}\text{Ru}$	$^{109}\text{Pd}$	$^{108}\text{Ag}$	$^{115}\text{Cd}$	$^{114}\text{In}$	$^{115}\text{In}$	$^{121}\text{Sm}$	$^{124}\text{Sb}$	$^{129}\text{Te}$
$E_0$ [MeV]	1,15	3,20	1,03	1,65	1,03	1,98	0,84	0,38	0,61	1,45

In Ihrem Messprotokoll haben Sie notiert:

$B \cdot \rho$ [T · cm]	0,3	0,4	0,5	0,6
$dN/dp$	135	165	149	100

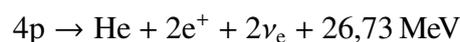
Leider haben Sie vergessen, den zugehörigen Kern zu notieren. Identifizieren Sie den Kern mithilfe der Messdaten durch Betrachtung der Größe  $R = \sqrt{dN/dp} / (B\rho) / (E - E_0)$ . Wie groß ist in der Näherung aus Teil a) die mittlere kinetische Energie der Elektronen und die mittlere Energie der Neutrinos für diesen Kern?

c) Tragen Sie das theoretische Spektrum  $dN/dp$  (normiert auf die Messdaten) für den in Teil b) untersuchten Kern für die Fälle  $m_\nu = 0$  und  $m_\nu = 100$  keV gegen  $E$  auf.

**Aufgabe 2: Solare Neutrinos**

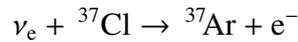
5 Punkte

Die thermonukleare Energie wird im Innern der Sonne durch Wasserstoffbrennen erzeugt. Die dabei stattfindende Reaktionskette ist durch



gegeben. Im Mittel werden nur 2 % der frei werdenden Energie von den Neutrinos aufgenommen, was 0,59 MeV entspricht.

- a) Die Luminosität der Sonne beträgt  $L_{\odot} = 3,8427 \cdot 10^{26}$  W. Zeigen Sie, dass der Neutrinofluss auf der Erde ungefähr  $6,4 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  beträgt. Der Abstand zwischen Erde und Sonne beträgt im Mittel eine astronomische Einheit (1 AU = 149597870700 m).
- b) Solare Neutrinos wurden erstmals durch das Davis-Experiment (begonnen 1967, Nobelpreis 2002), welches sich in einer Goldmine in North Dakota (USA) befindet, über die Reaktion



nachgewiesen. Ungefähr 0,01 % der Neutrinos haben eine Energie oberhalb von 814 keV, die notwendig ist, damit die oben genannte Reaktion ablaufen kann. Der Detektor des Davis-Experiments enthält  $3,8 \cdot 10^5$  l (615 t) des Putzmittels Perchlorethylen  $\text{C}_2\text{Cl}_4$ , wobei der Anteil des  ${}^{37}\text{Cl}$ -Isotops ca. 25 % beträgt. Wieviele Argonatome werden pro Tag im Detektor erzeugt, wenn der totale Wirkungsquerschnitt der oben genannten Reaktion bei der gegebenen Neutrinoenergie  $10^{-41} \text{ cm}^2$  beträgt?